

松嫩高平原黑土区耕地动态变化特征分析 ——以黑龙江省巴彦县为例

梁海鸥, 宋戈, 薛睿, 张慧

(东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 耕地动态变化特征的研究对耕地保护、整理和开发利用具有极其重要的意义。以巴彦县 1991, 2006 和 2009 年 3 期遥感影像为数据源, 利用 GIS 空间分析功能, 提取 3 个时点耕地动态变化数据, 分析了该区耕地变化幅度与速度特征、耕地转入转出特征、耕地变化空间分布特征及耕地景观格局分布特征。结果表明, 巴彦县 3 个时点耕地面积持续增加, 但年均净增速度却呈现下降趋势。未利用地、林地和建设用地始终是向耕地转变的主要土地利用类型; 耕地主要向林地、未利用地、草地和建设用地转变。巴彦县耕地变化空间差异显著, 新增耕地主要来自于研究区南部松花江沿岸河漫滩开垦、东北部低山丘陵地区毁林开荒及西北部建设用地转变。耕地斑块数量和斑块密度呈上升趋势, 人类干扰程度加大, 破碎化程度不断加剧; 耕地景观形状指数和分形维数呈下降趋势, 耕地景观的斑块形状更趋简单并越来越有规律; 较高的耕地景观连通性, 表明耕地景观在空间分布上具有较高的聚集度。

关键词: GIS; 巴彦县; 耕地利用; 动态变化特征

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)03-0277-08

中图分类号: F301.24

An Analysis on Dynamic Characteristics of Cultivated Land in Black Soil Region of the Songnen High Plain — A Case Study of Bayan County in Heilongjiang Province

LIANG Hai-ou, SONG Ge, XUE Rui, ZHANG Hui

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Study on the dynamic characteristics of cultivated land plays a very important role in protection, consolidation and utilization of cultivated land. By taking remote sensing images in 1991, 2006 and 2009 as data source, the characteristics of amplitude and speed, roll-in and roll-out, spatial distribution, and landscape distribution of cultivated land changes were analyzed by means of spatial analysis function of GIS. Results show that the total area of cultivated land increased, but the net annual average speed declined in the three years. Unutilized land, forest land and construction land were the main land use types transformed into cultivated land. Cultivated land was mainly transformed into forest land, unutilized land, grassland and construction land. Spatial differences of cultivated land change in Bayan County were remarkable, and newly increased cultivated land was mainly from the reclaimed floodplain along the Songhua River, deforestation of northeast hilly areas and construction land change in northwest. The number and density of cultivated land plaque tended to increase, human interference extent increased, and fragmentation enlarged. Landscape shape index and fractal dimension tended to decrease and the shape of cultivated land landscape plaque became simpler and more regular. The high connectivity of cultivated land landscape indicated that the spatial distribution of cultivated land landscape had a high degree of aggregation.

Keywords: GIS; Bayan County; cultivated land use; dynamic characteristic

收稿日期: 2011-04-22

修回日期: 2011-09-15

资助项目: 国家自然科学基金项目“松嫩高平原黑土区耕地利用系统安全及其调控机制研究: 以巴彦县为例”(41071346); 教育部博士学科点基金项目“东北粮食主产区耕地资源变化驱动机制及其价值重构研究”(20112325110007); 东北农业大学黑土创新团队项目“黑土资源基础信息建设和黑土资源变化机制研究”(CXT003-4-1)

作者简介: 梁海鸥(1986—), 女(汉族), 山东省海阳市人, 硕士研究生, 主要研究方向为土地利用。E-mail: honeau@sohu.com。

通信作者: 宋戈(1969—), 女(汉族), 黑龙江省庆安市人, 博士后, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地利用。E-mail: ssongge@126.com。

耕地数量变化表现为耕地面积的增加或减少,具有显著的时空特征和景观格局分布特征,能够反映区域耕地资源利用发生变化的轨迹和人类活动的强度,是影响区域可持续发展的关键问题之一^[1]。社会经济发展、人口增长和非农业建设等,占用了大量耕地,致使耕地日益减少^[2]。正确认识和把握耕地随时间变化的规律及其空间变化的趋势,准确识别人类活动对耕地的干扰方式与强度,已成为耕地保护与可持续利用的重要研究课题^[3]。目前,国内外关于耕地数量变化特征的研究主要侧重于时间序列变化^[4-5]、空间分布格局变化^[6-7]、空间形态变化^[8-9]等,研究方法主要有耕地变化动态度、地类转移矩阵、相对变化率指标、景观格局法^[8-14]等,研究尺度集中于宏观性的大、中区域尺度^[15-16],县(市)及更小区域的“微观”研究较少。本文以松嫩高平原黑土区——巴彦县为研究区,以乡镇为统计单元,应用 GIS 技术分析了巴彦县 1991、2006 和 2009 年 3 个时点耕地变化的时空分布特征,并利用景观格局指数,分析耕地景观格局特征及其动态变化规律,以期深入认识巴彦县耕地动态变化及景观格局特征,进而为促进耕地整理和耕地景观规划、具体落实耕地保护政策、合理利用耕地资源并指导该区域农业的可持续发展提供重要参考。

1 研究区概况

巴彦县位于黑龙江省中南部、松嫩高平原黑土区的中心地带,其地理坐标为东经 126°45′53″—127°42′16″,北纬 45°54′28″—46°40′18″。巴彦县辖 10 镇,8 乡,116 个行政村。2008 年,该县总人口为 70.21 万人,其中农业人口 58.70 万人,土地面积 $3.12 \times 10^5 \text{ hm}^2$,耕地占土地总面积的 72.5%,粮食总产量达 $1.96 \times 10^6 \text{ t}$,农业生产总值 30.87 亿元,农业机械总动力 $6.23 \times 10^5 \text{ kW}$,农民人均纯收入 5 379 元。县内耕地分布集中,土质肥沃,有利于农业机械化作业和土地规模经营,是黑龙江省粮食主产区和国家重要粮食生产基地。全县地势东高西低、北岗南平、中部多丘陵,素有“三山一水六分田”之称,地理形状为北宽南窄的楔形。该区域属中温带大陆性季风气候,夏季温暖多雨,冬季寒冷干燥,雨热同季,是典型波状缓坡漫岗平原的耕地利用地貌类型。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与处理

本文以巴彦县 1991 年 Landsat TM 卫星遥感影像以及 2006 年和 2009 年 2 期中巴地球资源卫星

(CBERS-02) 遥感影像为数据源,在 ENVI 4.7 软件的支撑下对遥感影像数据进行最佳波段组合、几何校正、镶嵌、数据融合、图像掩膜、图像增强等一系列遥感解译预处理。根据有关土地利用分类标准、实际利用方式及本次研究的需要,并结合野外实地考察,将巴彦县土地利用类型归并为耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地 7 个一级类型;其中,耕地包括旱地、灌溉水田和水浇地 3 个二级类型。针对拟分类地物的光谱特征,采用不同的增强手段,结合软件的监督分类和非监督分类功能,逐层提取信息并制作相应的模板,将已经提取的信息从图像上掩膜掉,以消除它对其他地物类型提取的影响,最后将逐层分类的结果叠加成最后分类结果(附图 9)。应用不同时期各种来源的与土地利用相关的图件数据作为辅助参考数据,对研究区分类精度进行检验,得出分类总体精度均超过 85%,Kappa 指数均大于允许判别精度 0.7 的要求,分类精度符合要求。最终将数字化后的矢量土地利用数据转化到同一比例尺下,建立巴彦县 3 个时点土地利用数据库。

采用 ArcGIS 中的叠加分析方法,将时间序列相邻且比例尺相同的 2 期土地利用数据进行叠加分析,获取 2 个时段土地利用动态变化数据;利用空间属性查询功能从土地利用动态图(附图 9)中提取耕地与其他土地利用类型间相互转变的信息,获取巴彦县耕地数量增减变化信息。

2.2 研究方法

2.2.1 耕地变化动态度 利用 3 个时点的耕地面积计算耕地变化动态度,反映耕地类型在一定时段的变化程度和趋势。其公式如下:

$$R = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a 、 U_b ——研究期初及期末耕地的数量; T ——研究期时段长,当 T 的时段设定为年时, R 的值就是该研究区耕地的年变化率。

2.2.2 耕地变化转移矩阵 引入耕地变化转移矩阵来分析耕地与其他土地利用类型间的相互转换情况^[17],进而分析耕地利用变化的内在过程和趋势。

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mm} \end{pmatrix} \quad (2)$$

式中: A_{ij} —— k 时期土地利用/覆盖类型 i 转变为 $k+1$ 时期的土地利用/覆盖类型 j 的面积。

同时,为了研究各时期耕地与其他土地利用类型间转换速度的关系,真实反映各时期耕地开垦与利用的变化剧烈程度,并比较耕地开垦利用变化的时期差

异,引入耕地与某土地利用类型 p 间的年均速度 V_{ip} 和年均变化率 V_p 。其公式^[18]如下:

$$V_{ip} = S_{ip}/t, V_p = (V_{jp} - V_{ip})/V_{ip} \quad (3)$$

式中: V_{ip} —— i 时期土地利用类型 p 与耕地相互转换的年均速度; S_{ip} —— i 时期土地利用类型 p 与耕地间转换的面积; t —— i 时期所含年数; V_{jp} —— j 时期土地利用类型 p 与耕地相互转换的年均速度; V_p ——正值,表示土地利用类型 p 与耕地间的年均转换速度在加剧,反之,年均转换速度减缓。

2.2.3 耕地相对变化率 引入耕地变化率和耕地相对变化率分析巴彦县各乡镇耕地数量变化空间差异。耕地变化率指某一时期内耕地变化数量占耕地原有数量的百分比。耕地相对变化率是建立在变化率基础上,将局部地区变化率与全区变化率相比较,用以分析研究区范围内耕地变化的区域差异,其计算公式如下^[19]:

$$K = K_{局}/K_{全} = \frac{|U_b - U_a| \times C_a}{U_a \times |C_b - C_a|} \quad (4)$$

式中: U_a, U_b ——某乡镇研究期初及期末的耕地面积; C_a, C_b ——全县研究期初及期末的耕地面积。若 $K > 1$, 表示该乡镇耕地变化幅度大于整体的变化幅度;若 $K < 1$, 则小于整体的变化幅度^[3]。

2.2.4 耕地景观指数 本文应用景观格局分析方法,将耕地景观格局图输入景观格局分析软件 Fragstats 3.3,以 grid 文件(网格为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$)格式在类型水平上进行运算,得出表征巴彦县耕地景观格局特征的指数,用于揭示耕地景观格局特征及其动态变化,探讨其景观格局内部规律。参考以往学者关于耕地景观格局研究选用的指数^[5,20],并结合巴彦县自身的特点及研究的需要,本文从类型尺度选取斑块数(NP)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)、平均斑块形状指数(MSI)、平均斑块分维数(MPFD)及连通性指数(CI)6个景观格局指数。其计算方法与生态学意义详见文献^[21]。

3 结果与讨论

3.1 耕地数量总体变化特征

20世纪90年代以来,巴彦县耕地资源在开发利用过程中,总体呈现持续增长的趋势。1991—2006年16年间巴彦县新增耕地面积达 $21\,448.76 \text{ hm}^2$,年均开垦速度为 $1\,340.55 \text{ hm}^2/\text{a}$,减少耕地面积为 $9\,383.26 \text{ hm}^2$,年均减少速度为 $586.45 \text{ hm}^2/\text{a}$,耕地面积净增 $12\,065.50 \text{ hm}^2$,年均净增速度为 $754.09 \text{ hm}^2/\text{a}$,

其减少与开垦的比例为 $1:2.28$,耕地的利用程度比较低。同时,耕地变化动态度为 0.34% ,变化程度缓慢,表明耕地有少量净增加;2006—2009年4年间巴彦县新增耕地面积达 $16\,528.18 \text{ hm}^2$,年均开垦速度为 $4\,132.05 \text{ hm}^2/\text{a}$,减少耕地面积为 $15\,277.48 \text{ hm}^2$,年均减少速度为 $3\,819.37 \text{ hm}^2/\text{a}$,耕地面积净增 $1\,250.71 \text{ hm}^2$,年均净增速度为 $312.68 \text{ hm}^2/\text{a}$,其减少与开垦的比例为 $1:1.08$ 。同时,耕地变化动态度为 0.13% ,净增速度减缓。20年间巴彦县耕地开垦与撂荒并存,耕地总量持续增加,耕地年均开垦速度与年均净增长速度呈反向变化趋势。2006年巴彦县政府加大退耕还林还草政策实施力度,同时开展大量土地整理项目,导致近些年较大的耕地需求量及退耕还林还草政策实施间的矛盾极为突出,加之2006—2009年4a时段较短,耕地数量变化可变性较大,且不够稳定,使得2006—2009年耕地转入转出速度与1991—2006年相比变化较大。

巴彦县耕地中所占比例最大的旱地呈现先增加后减少的趋势,2个时段的动态度分别为 0.34% , -0.32% ,说明旱地由增加转变为减少,且变化的程度逐渐降低。灌溉水田与耕地的变化趋势基本一致,2个时段的动态度分别为 0.51% , 11.37% ,均超过了同期耕地的动态度,其变化程度较耕地剧烈,且在2006—2009年出现了大幅度增长。所占比例最小的水浇地则呈现逐渐减少的趋势,且变化程度最为剧烈,其动态度分别为 -1.17% , -12.68% ,水浇地逐渐消失的现象突显。

3.2 耕地流向特征

3.2.1 耕地转入特征分析

(1) 1991—2006年耕地转入特征分析。其他土地利用类型向耕地转变依次为:林地>未利用地>建设用地>草地>水域>园地(表1)。新增耕地主要来源于林地、未利用地和建设用地,占新增耕地总量的 73.21% ,其转变速度分别为 $498.37, 366.06, 116.95 \text{ hm}^2/\text{a}$ 。毁林开荒是该时期耕地增加的主要原因,占新增耕地总量的 37.18% ;建设用地向耕地的转变还不明显,仅占新增耕地总量的 8.72% 。

林地是旱地面积增加的最主要来源,占新增旱地总量的 42.57% ,其次为未利用地和灌溉水田。除旱地向灌溉水田转化外,未利用地和水域也是向灌溉水田转变的主要土地利用类型,而园地和水浇地没有发生向灌溉水田的转变。只有旱地、建设用地、水域和未利用地发生了向水浇地的少量转变。

表 1 1991—2006 年巴彦县耕地与其他土地利用类型转变

hm²

地类	园地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地	旱地	灌溉水田	水浇地	
旱地	转入面积	118.72	7 754.14	911.11	1 793.12	685.48	4 722.77	—	2 117.76	113.27
	转入比/%	0.65	42.57	5.00	9.84	3.76	25.93	—	11.63	0.62
	转出面积	20.35	1 171.08	435.57	2 070.99	489.99	1 418.11	—	1 161.34	17.06
	转出比/%	0.30	17.26	6.42	30.53	7.22	20.90	—	17.12	0.25
	净变化	98.37	6 583.06	475.54	-277.87	195.49	3 304.66	—	956.42	96.21
水田	转入面积	0	219.80	222.14	67.57	399.44	1 134.00	1 161.34	—	0
	转入比/%	0	6.86	6.93	2.11	12.47	35.39	36.24	—	0
	转出面积	0	39.86	24.71	65.29	45.74	129.49	2 117.76	—	0
	转出比/%	0	1.65	1.02	2.69	1.89	5.34	87.41	—	0
	净变化	0	179.94	197.43	2.28	353.7	1 004.51	-956.42	—	0
水浇地	转入面积	0	0	0	10.45	0.38	0.21	17.06	0	—
	转入比/%	0	0	0	37.19	1.35	0.75	60.71	0	—
	转出面积	0	1.26	0	58.15	0.23	2.97	113.27	0	—
	转出比/%	0	0.72	0	33.06	0.13	1.69	64.40	0	—
	净变化	0	-0.72	0	4.13	1.22	-0.94	-3.69	0	—

(2) 2006—2009 年耕地转入特征分析。其他土地利用类型向耕地转变依次为:未利用地>草地>林地>建设用地>水域>园地(表 2)。未利用地、草地、林地和建设用地仍为新增耕地的主要来源,占新增耕地总量的 92.33%,未利用地的开垦已成为该时期巴彦县耕地数量增加的最主要原因,未利用地的开发程度不断增强。同时,在未利用地的年均开垦变化中原有耕地内部的废弃耕地上进行复垦开发也很常见。

未利用地、林地和建设用地是旱地面积增加的主要来源,占新增旱地总量的 63.97%。这一时期,巴彦县开展的复垦整理工作效果明显,复垦为旱地的建设

用地面积为 1 519.02 hm²,开垦的未利用地面积达到 5 558.84 hm²,二者较前一时期增加了 561.97 hm²。林地转变为旱地的速度上升到 676.93 hm²/a,毁林垦地的势头加剧。旱地是向灌溉水田转化的最主要土地利用类型,其贡献率增长了 15.16%,未利用地向灌溉水田的转化贡献率有所降低,而草地向灌溉水田转化贡献率则大幅上升,成为该时期向灌溉水田转变的主要土地利用类型。水浇地向灌溉水田仅发生了微小的转化,而园地仍没有发生转变。其他土地利用类型向水浇地转变依次为:旱地>建设用地>未利用地>灌溉水田>水域,园地、林地及草地没有发生向水浇地的转变。

表 2 2006—2009 年巴彦县耕地与其他土地利用类型转变

hm²

地类	园地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地	旱地	灌溉水田	水浇地	
旱地	转入面积	25.63	2 707.71	1 377.72	1 519.02	601.66	5 558.84	—	3 310.18	197.54
	转入比/%	0.17	17.70	9.01	9.93	3.93	36.34	—	21.64	1.29
	转出面积	29.32	3 954.68	3 339.17	2 416.11	3 690.11	106.75	—	4 992.67	36.56
	转出比/%	0.16	21.30	17.99	13.01	19.88	0.57	—	26.89	0.20
	净变化	-3.69	-1 246.97	-1 961.45	-897.09	-3 088.45	5 452.09	—	-1 682.49	160.98
水田	转入面积	0.01	217.11	2 110.79	267.58	640.96	1 482.47	4 992.67	—	2.68
	转入比/%	0	2.23	21.73	2.75	6.60	15.26	51.40	—	0.03
	转出面积	0.02	164.18	823.46	100.40	596.51	1.32	3 310.18	—	2.04
	转出比/%	0	3.28	16.48	2.01	11.93	0.03	66.23	—	0.04
	净变化	-0.01	52.93	1 287.33	167.18	44.45	1 481.15	1 682.49	—	0.64
水浇地	转入面积	0	0	0	15.48	0.27	2.92	36.56	2.04	—
	转入比/%	0	0	0	27.03	0.47	5.10	63.84	3.56	—
	转出面积	0.56	0.16	2.41	42.20	2.51	7.60	197.54	2.68	—
	转出比/%	0.22	0.06	0.94	16.51	0.98	2.97	77.27	1.05	—
	净变化	-0.56	-0.16	-2.41	-26.72	-2.24	-4.68	-160.98	-0.64	—

通过对比2个时段耕地转入情况,发现耕地开发结构始终以林地、未利用地和建设用地为主。耕地开垦面积的动态变化主要取决于林地、未利用地和建设用地面积的动态变化,尤其与未利用地的变化密切相关。后一时期其他土地利用类型转入速度较前一时期大大提高,变化程度也更为剧烈。林地、未利用地、建设用地、草地及水域的转入速度分别提高了232.84, 1 395.00, 333.57, 801.30, 242.89 hm^2/a , 年均变化率分别为0.46, 3.81, 2.85, 11.31, 3.58, 进一步证明了其他土地利用类型对耕地的年均转化速度在逐年增大。

3.2.2 耕地转出特征分析

(1) 1991—2006年耕地转出特征分析。耕地向其他土地利用类型转变依次为:建设用地>未利用地>林地>水域>草地>园地(表1)。建设占用是该时期耕地减少的最主要原因,占耕地减少量的23.39%;撂荒及灾毁而转为未利用地的耕地占耕地减少总量的16.52%;农业产业结构调整中因退耕还林引起的耕地减少量,仅占耕地减少总量的12.92%,该时期巴彦县实施生态退耕的力度不够,效果并不明显。

建设用地、未利用地、林地和灌溉水田是旱地面积减少的主要去向。旱地是灌溉水田面积减少的最主要土地利用类型,占灌溉水田面积减少总量的87.41%,灌溉水田没有发生向园地与水浇地的转化。旱地和建设用地是水浇地面积减少的主要去向,水浇地没有发生向园地、草地和灌溉水田的转化。

(2) 2006—2009年耕地转出特征分析。耕地向其他土地利用类型转变依次为:水域>草地>林地>建设用地>未利用地>园地(表2)。退耕还林、建设占用及生态退耕是该时期耕地减少的主要原因,占耕地减少总量的54.22%。耕地转变为林地和水域的数量在流失耕地中所占比例较上一时期有所提高,退耕还林所占比例增长到26.96%,这与巴彦县近些年

生态退耕政策的推进和产业结构的调整有关。因建设用地重新复垦为耕地的代价过高以及建设用地占用对于生态环境的破坏性,应对巴彦县耕地的非农化速度及规模加以控制。另外,随着该县灌溉和耕作技术的进步,耕地撂荒成未利用地在流失耕地中所占的比例也有所减小。

灌溉水田、林地、水域和草地是旱地面积减少的主要去向。旱地仍是灌溉水田面积减少的最主要土地利用类型,占灌溉水田面积减少总量的66.23%,灌溉水田仍没有发生向园地的转化。旱地和建设用地仍是水浇地面积减少的主要去向,旱地转出的比例分别为77.27%, 16.51%。

通过对比2个时段耕地转出情况,发现耕地转出方向差异较大,只有建设用地和林地始终是其主流向。与耕地转入情况类似,除未利用地外,后一时期耕地向其他土地利用类型转出的速度较前一时期大大提高。耕地向建设用地、林地、水域、草地流转的速度分别提高了502.53, 954.00, 1036.78, 1 012.49 hm^2/a , 年均变化率分别为:3.66, 12.59, 29.20, 35.19, 也进一步证明了耕地向其他土地利用类型的年均转化速度在加剧。耕地向未利用地流转的速度降低了67.99 hm^2/a , 其年均变化率为-0.70。

3.3 耕地变化空间分布特征

由于经济发展水平、人口增长速度、土地利用方式和自然条件等要素的差异,巴彦县各乡镇耕地变化的幅度、频率、方向等存在显著空间差异。本文叠加2期矢量数据得到耕地动态变化图,再与巴彦县的行政区图叠加,以各乡镇为基本空间单元,计算了1991—2006, 2006—2009年2个时段各乡镇的耕地变化量、耕地相对变化率等指标,分析耕地的空间变化规律(表3—4)。根据巴彦县各乡镇耕地相对变化率,并参考已有研究^[16],将其划分成3个区,Ⅰ区为0.10~1.00,Ⅱ区为1.00~5.00,Ⅲ区为>5.00。

表3 1991—2006年巴彦县耕地相对变化率空间分布

乡镇名	耕地变化量/ hm^2	占全县比例/%	耕地变化率/%	耕地相对变化率/%	乡镇名	耕地变化量/ hm^2	占全县比例/%	耕地变化率/%	耕地相对变化率/%
巴彦镇	117.54	0.94	1.05	0.19	龙泉镇	1 490.99	11.92	16.90	3.11
巴彦港镇	28.74	0.23	0.42	0.08	山后乡	-72.61	0.58	-0.64	-0.12
德祥乡	936.15	7.49	5.30	0.98	松花江乡	1 418.83	11.35	12.28	2.26
丰乐乡	175.59	1.40	1.08	0.20	天增镇	1 328.88	10.63	7.87	1.45
富江乡	575.28	4.60	8.19	1.51	洼兴镇	1473.37	11.78	10.71	1.97
黑山镇	3 298.63	26.38	41.83	7.70	万发镇	383.59	3.07	3.33	0.61
红光乡	-63.99	0.51	-0.44	-0.08	西集镇	98.07	0.78	0.81	0.15
华山乡	245.47	1.96	2.09	0.38	兴隆镇	-116.01	0.93	-0.68	-0.12
龙庙镇	167.34	1.34	1.04	0.19	镇东乡	514.20	4.11	6.03	1.11

3.3.1 1991—2006 年耕地变化空间分布特征 不同乡镇耕地相对变化率差异较大(表 3),其分布的大致空间格局为:西部相对变化较小,东部相对变化较大。全县境内变化率较大($K>1.00$)的区域集中在黑山镇、天增镇、洼兴镇、镇东乡、龙泉镇、富江乡及松花江乡;另外,除红光乡、山后乡和兴隆镇外,其他乡镇相对变化率均为正值,耕地数量呈现增加趋势。黑山镇耕地相对变化率最大,达到 7.70%,该镇地处低山丘陵区,该时期毁林开荒增加了大量坡耕地。

(1) 耕地内部二级类型间转化。旱地转化成灌溉水田主要发生在万发镇、巴彦镇及富江乡,其他乡镇转化面积均不足 90 hm^2 ,龙庙镇和天增镇转化面积最小,总转化面积不足 3.00 hm^2 。灌溉水田转化成旱地的面积远大于前者,转化面积最大的区域为巴彦镇、松花江乡和华山乡。仅洼兴镇、西集镇和兴隆镇有总数不足 11.70 hm^2 的旱地转化成水浇地,有 115.74 hm^2 的水浇地转化成旱地。水浇地与灌溉水田间没有发生转化。可见,灌溉水田向旱地的转化是巴彦县耕地内部二级类型间转化的主导趋势。

(2) 耕地与其他土地利用类型间转变。耕地转变成建设用地主要发生在县西北部的红光乡和兴隆镇,这里属于波状缓坡漫岗平原,由于波状起伏,堆积剥蚀,加之人为耕作,水土流失较为严重。建设占用耕地主要发生在县东北部的洼兴镇、天增镇、黑山镇。耕地和建设用地间转变的分布呈明显的集聚态势,主要发生在县北部,且建设用地转成耕地的面积远大于耕地转成建设用地的面积。

耕地转变成林地面积最大的区域为黑山镇、洼兴镇,这里属于低山丘陵残山区,坡度较陡,发育着暗棕壤,适于发展林业生产。转变成草地的面积均较小,

只有松花江乡、富江乡和天增镇超过了 100 hm^2 。仅黑山镇、富江乡、洼兴镇有不足 4.00 hm^2 的耕地转变成园地。由林地转变补充的耕地主要来自于黑山镇、洼兴镇、天增镇、龙泉镇、镇东乡和德祥乡。因该时期大规模开垦耕地,大量林地转变为极不稳定坡耕地,存在着水土流失等隐患。与耕地转变成草地情况类似,由草地转变成耕地面积较大的区域为富江乡、松花江乡和天增镇。由园地转变成耕地的乡镇较由耕地转变成园地的乡镇增多,但数量仍都很小。

耕地转变成水域的面积普遍较小,集中在松花江乡、富江乡、山后乡、镇东乡和巴彦镇。由水域转变补充的耕地面积较前者增大,集中在松花江乡、富江乡、天增镇和丰乐乡。县南部的松花江乡和富江乡是耕地与水域转换的频繁区,该区域水资源丰富,河漫滩面积较大,大面积的坑塘水面、内陆滩涂等用地被开垦为耕地。耕地的撂荒主要发生在县中东部的龙庙镇、洼兴镇、黑山镇、兴隆镇和华山乡。未利用地的开垦面积较撂荒面积增大。耕地与未利用地的转变呈分散态势,且开垦面积远大于撂荒面积。

3.3.2 2006—2009 年耕地变化空间分布特征 该时段变化率普遍较高(表 4),耕地相对变化率为负值的乡镇数量较多。变化率大($K>5.00$)的区域分布于西北、中东和南部边缘位置,包括万发镇、红光乡、兴隆镇、龙庙镇、镇东乡、龙泉镇、富江乡及松花江乡,这些乡镇内水资源及后备土地资源丰富,经济发展相对较慢,城镇化水平不高,在耕地被占用后有足够的后备资源可供开垦为耕地,耕地变化较全区最大。有半数乡镇的相对变化率为正值,耕地数量呈现增加趋势。南部的富江乡及西部的红光乡耕地变化最为剧烈,其相对变化率绝对值达到 24.28%,15.03%。

表 4 2006—2009 年巴彦县耕地相对变化率空间分布

乡镇名	耕地变化量/ hm^2	占全县比例/%	耕地变化率/%	耕地相对变化率/%	乡镇名	耕地变化量/ hm^2	占全县比例/%	耕地变化率/%	耕地相对变化率/%
巴彦镇	-240.78	3.17	-2.12	-3.96	龙泉镇	-365.35	4.81	-3.61	-6.60
巴彦港镇	156.63	2.06	2.27	4.24	山后乡	225.37	2.97	1.93	3.73
德祥乡	-179.89	2.37	-0.97	-1.80	松花江乡	-817.52	10.76	-6.35	-11.73
丰乐乡	-23.63	0.31	-0.14	-0.27	天增镇	244.96	3.22	1.29	2.50
富江乡	-990.73	13.04	-13.04	-24.28	洼兴镇	-59.58	0.78	-0.41	-0.73
黑山镇	558.12	7.35	4.99	9.29	万发镇	791.90	10.42	6.56	12.39
红光乡	1 169.81	15.40	8.07	15.03	西集镇	-47.80	0.63	-0.41	-0.73
华山乡	197.10	2.59	1.64	3.06	兴隆镇	-447.80	5.89	-2.64	-4.91
龙庙镇	669.30	8.81	4.10	7.64	镇东乡	410.58	5.40	4.49	8.46

(1) 耕地内部二级类型间转化。旱地转化成灌溉水田主要发生在天增镇、富江乡、红光乡和松花江

乡,龙庙镇、兴隆镇、德祥乡、巴彦港镇转变面积最小,总转化面积不足 228.00 hm^2 。灌溉水田转化成旱地

的面积远大于前者,转化面积最大的区域为西集镇、巴彦港镇和黑山镇。兴隆镇、巴彦镇和龙庙镇分别有不足 9.00 hm^2 的旱地转变成水浇地,龙泉镇、华山乡、洼兴镇、松花江乡、巴彦港镇和黑山镇有总数不足 12.86 hm^2 的旱地转变成水浇地,仅巴彦镇、西集镇、兴隆镇、黑山镇、德祥乡和洼兴镇 6 个乡镇发生了水浇地向旱地的转化。水浇地与灌溉水田间发生的转化很小。

(2) 耕地与其他土地利用类型间转变。耕地转变成建设用地主要发生在兴隆镇、德祥乡、洼兴镇、巴彦镇、丰乐乡、龙庙镇和红光乡。建设用地转变成耕地主要发生在洼兴镇、龙庙镇、兴隆镇、山后乡和华山乡。耕地与建设用地间转变的区域分布比较分散,打破了上一时期较为集聚的态势。

耕地转变成林地面积最大的区域为洼兴镇、黑山镇、龙泉镇和镇东乡。转变成草地面积较大的区域为黑山镇、松花江乡、天增镇和富江乡。由林地转变补充的耕地主要来自于黑山镇、洼兴镇、龙庙镇和镇东乡。由草地转变成耕地面积较大的区域为红光乡、万发镇和松花江乡,而华山乡、德祥乡、龙泉镇、西集镇、兴隆镇和镇东乡几乎没有发生转变。有巴彦镇、德祥乡、巴彦港镇、黑山镇和龙泉镇 5 个乡镇发生了园地向耕地的转变,其转变总面积不足 16.03 hm^2 。

耕地转变成水域主要发生在富江乡和松花江乡,占全部耕地转成水域面积的 23.54% 。由水域转变补充的耕地面积较前者减小,红光乡和松花江乡面积最大。耕地与水域转换频繁区分布于松花江冲积平原及河滩地,这里地势平坦,但常因排水较为困难而形成“松永涝区”。因此,该时期伴随着生态退耕政策的实施,巴彦县耕地转变成水域的规模远大于水域开垦为耕地的规模,但与上一时期相比,其强度均大大提高。

耕地的撂荒现象并不明显,各乡镇均发生了极少量的转换,该时期耕地利用率较上一时期大大提高。未利用地的开垦面积远大于耕地撂荒面积,黑山镇的转变面积最大。

2 个时间段的耕地变化空间分布大致趋于一致,但在流失速度和耕地流向上存在明显的差异。新增耕地主要来自于县南部松花江沿岸河漫滩开垦、东北部低山丘陵地区毁林开荒及西北部建设用地转变,而这部分新增耕地质量较为低劣,且缺乏完善的农田配套基础设施,应注意防止不合理的农业开发活动导致的水土流失等严重的生态问题。从耕地转变为其他土地利用类型方向看,耕地转变成建设用地主要发生在县西北部自然条件优越、水利灌溉配套设施完善的

传统优质耕地区;退耕还林也主要发生在县东北部的低山丘陵区(黑山镇、洼兴镇),转变成林地的多为质量较差的坡耕地;转变成水域的耕地多分布于县南部的松花江冲击平原区;转变为未利用地的耕地呈分散态势;转变为草地和园地的面积较小,且分布也较为分散。

3.4 耕地景观格局分布特征

研究时段内巴彦县耕地在景观中所占比例由 1991 年的 70.53% 上升到 2009 年的 74.82% ,表明耕地在整个景观中的地位及对整个景观格局的影响在逐渐增强。

耕地斑块数量和斑块密度在研究时间段内一直增长,与耕地面积增加趋势相同,而平均斑块大小却显著下降。斑块数量越多,说明大耕地斑块在外界干扰下被分割成若干小斑块的趋势越明显,受耕地整理的影响加大,进而导致景观的分割、破碎化程度不断加剧。耕地景观受到严重的分割,孤立的嵌块体数量成倍增加,阻碍了农田物种的扩散。

耕地景观的形状指数是斑块周长与等面积的圆周长之比,它代表斑块形状与圆形相差的程度,其值越大,则斑块形状与圆形相差越大,形状越不规则。根据计算,耕地景观的形状指数由 1991 年的 1.29 下降到 2006 年的 1.24 和 2009 年的 1.19,耕地嵌块体平均形状趋于规则,耕地形状趋于整齐、规则。另外,从耕地景观的分形维数的变化情况看,1991 年分形维数为 1.35,斑块相对复杂,边缘曲线趋于平滑化,斑块有效面积低,人类活动干扰较低;研究时段内逐渐降低,但变化幅度不大,逐渐接近于 1 的水平,说明耕地斑块的自相似性增强,斑块形状更加规律,斑块的几何形状更趋近于简单,表明耕地景观在 1990 年代以来一直受到较大的人为干扰,且其程度在加大。

由于机械化农业生产的迅猛发展,耕地逐渐连接成片,使得耕地连通性逐渐升高。较高的连通性有利于耕地斑块与斑块之间物质与能量的传输与交换,加强了耕地作为一种景观类型对整个景观在物质传输能量交换上的影响,一定程度上也反映出耕地景观在空间分布上具有较高的聚集度。

4 结论

(1) 1990 年代以来,巴彦县耕地数量呈现持续增长的趋势;2006—2009 年与 1991—2006 年相比,年均开垦速度及年均减少速度均大幅增大,年均净增长速度却呈现出下降趋势。

(2) 2 个时段中,未利用地、林地和建设用地始终

是向耕地转变的主要土地利用类型,且后一阶段未利用地的开垦及建设用地的复垦整理成为巴彦县耕地数量增加的主要原因;耕地主要向林地、未利用地、草地和建设用地转变,与耕地转入情况类似,后一阶段耕地的转出速度较前一时段大大提高。

(3) 巴彦县耕地空间变化的区域差异性显著。1991—2006年,西部相对变化较小,东部相对变化较大;2006—2009年,西北、中东和南部边缘位置变化较大。2个时段中,新增耕地主要来自于县南部松花江沿岸河漫滩开垦、东北部低山丘陵地区毁林开荒及西北部建设用地转变。从耕地转变为其他土地利用类型方向看,耕地转变成建设用地主要发生在县西北部自然条件优越、水利灌溉配套设施完善的传统优质耕地区;退耕还林也主要发生在县东北部的低山丘陵区(黑山镇、洼兴镇),转变成林地的多为质量较差的坡耕地;转变成水域的耕地多分布于县南部的松花江冲击平原区;转变为未利用地的耕地呈分散态势;转变为草地和园地的面积较小,且分布也较为分散。

(4) 耕地斑块数量和斑块密度呈上升趋势,表明耕地景观受到严重的分割,人类干扰程度加大,破碎化程度不断加剧。耕地景观形状指数和分形维数都呈下降趋势,表明耕地景观的斑块形状越趋简单并越有规律。较高的耕地景观连通性度,反映出机械化程度的不断提高使得耕地景观在空间分布上具有较高的聚集度。

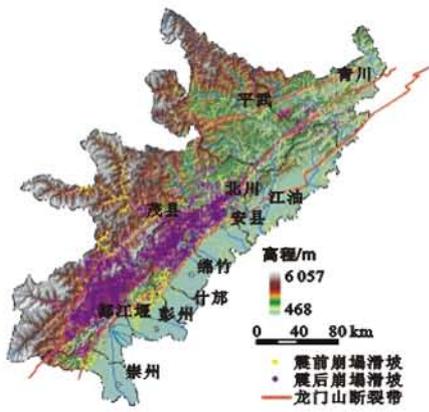
本文所采用的研究方法及得出的结论,对认识巴彦县耕地数量变化时空特征,促进其耕地高效利用具有一定的参考价值。但影响巴彦县耕地数量变化的因子错综复杂,关于耕地变化的数量表象与其变化机理之间存在怎样的逻辑联系,以及如何建立耕地变化与驱动力之间的控制关系,确定并识别各因子相对于耕地数量变化的关系程度及主次地位将是今后研究的重点。此外,对于耕地变化较为剧烈的黑土区典型代表——巴彦县,其耕地的开垦速度、开垦数量应控制在怎样的范围,如何合理地调整耕地的开发结构,使耕地开垦与人口、水资源、生态环境及经济协调发展,也将成为未来巴彦县耕地开发研究的重点。

[参 考 文 献]

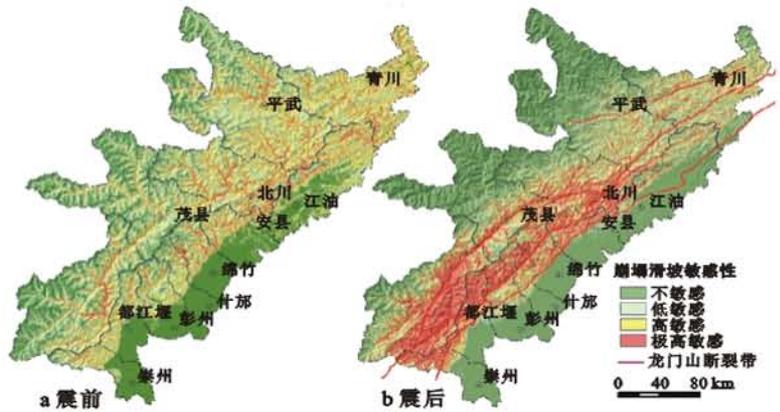
[1] 张军岩,贾绍凤,高婷. 石家庄城市化进程中的耕地变化[J]. 地理学报,2003,58(4):620-628.
[2] 邵晓梅,杨勤业,张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力

研究[J]. 地理研究,2001,20(3):298-302.

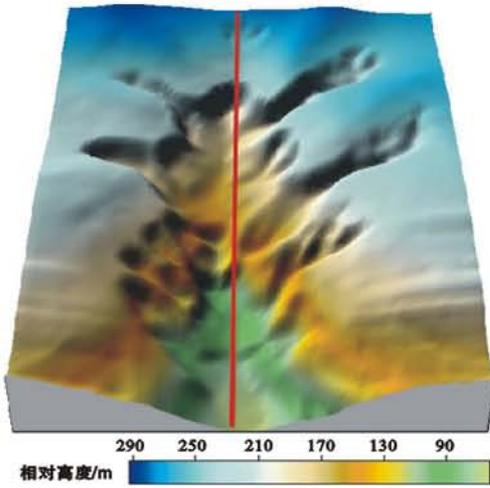
- [3] 王成,袁敏,魏朝富,等. 浅丘带坝区不同坡度下耕地景观格局分析[J]. 生态学杂志,2007,26(9):1424-1431.
[4] 刘涛,谢永生,何毅峰,等. 陕西省汉台区 1978 年至 2006 年耕地数量变化及驱动力分析[J]. 资源科学,2009,31(5):816-823.
[5] 段勇,李延风,张玉珍,等. 闽江流域耕地动态变化及其驱动力研究[J]. 地域研究与开发,2009,28(2):90-93.
[6] 张国平,刘纪远,张增祥. 近 10 年来中国耕地资源的时空变化分析[J]. 地理学报,2003,58(3):323-332.
[7] 邓帆,李仁东,王海芳. 2000—2007 年湖北省耕地变化的遥感调查与分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(10):1171-1176.
[8] 刘森,胡远满,常禹,等. 岷江上游汶川县耕地景观变化及空间驱动力[J]. 应用生态学报,2007,18(3):569-574.
[9] 张继平,常学礼,李健英,等. 基于 3S 的农牧交错区耕地动态变化研究:以内蒙古奈曼旗为例[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(5):25-30.
[10] 吴大放,刘艳艳,董玉祥,等. 珠海市耕地变化时空特征及其驱动力分析[J]. 热带地理,2009,29(5):472-482.
[11] 李晓文,方精云. 近 10 年来长江下游地区耕地动态变化特征[J]. 自然资源学报,2003,18(5):262-267.
[12] 杨存建,张瑞,邓丽丽. 基于 RS 和 GIS 的四川省耕地的动态变化特征分析[J]. 水土保持学报,2006,20(2):149-152.
[13] 满苏尔·沙比提,海鹰,阿布拉江·苏来曼. 近 50 年来渭干河—库车河三角洲绿洲耕地变化及其成因[J]. 地理研究,2004,23(4):487-494.
[14] 刘庆,陈利根,何长元,等. 长株潭城市群耕地动态变化及驱动力实证研究[J]. 地域研究与开发,2010,29(4):122-126.
[15] 史娟,张凤荣,赵婷婷. 1998—2006 年中国耕地资源的时空变化特征[J]. 资源科学,2008,30(8):1191-1198.
[16] 司振中,李貌,邱维理,等. 中国耕地资源的区域差异与保护问题[J]. 自然资源学报,2010,25(5):713-721.
[17] 胡光印,董治宝,王文丽,等. 近 30a 玛曲县土地利用/覆盖变化监测[J]. 中国沙漠,2009,29(3):457-462.
[18] 陈红,吴世新,冯雪力. 新疆耕地时空变化特征[J]. 地理科学进展,2010,29(3):312-318.
[19] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
[20] 邓劲松,王珂,沈掌泉,等. 桐乡市乡镇耕地整理对耕地景观格局的影响及其分析[J]. 农业工程学报,2005,21(3):79-81.
[21] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2007:107-116.



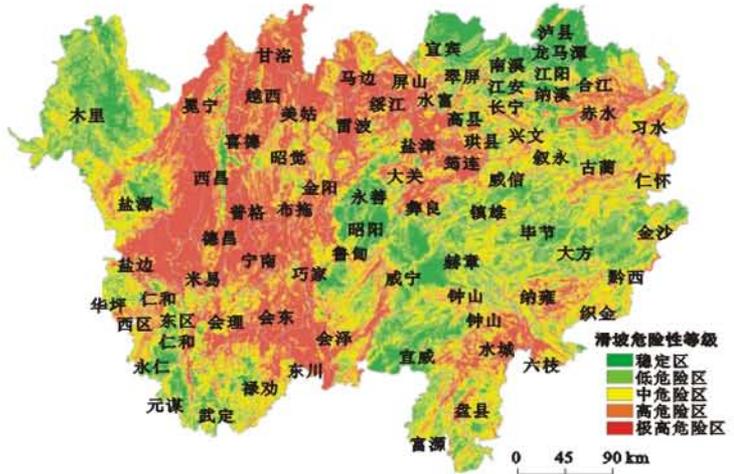
附图5 汶川地震前后龙门山断裂带崩塌滑坡分布



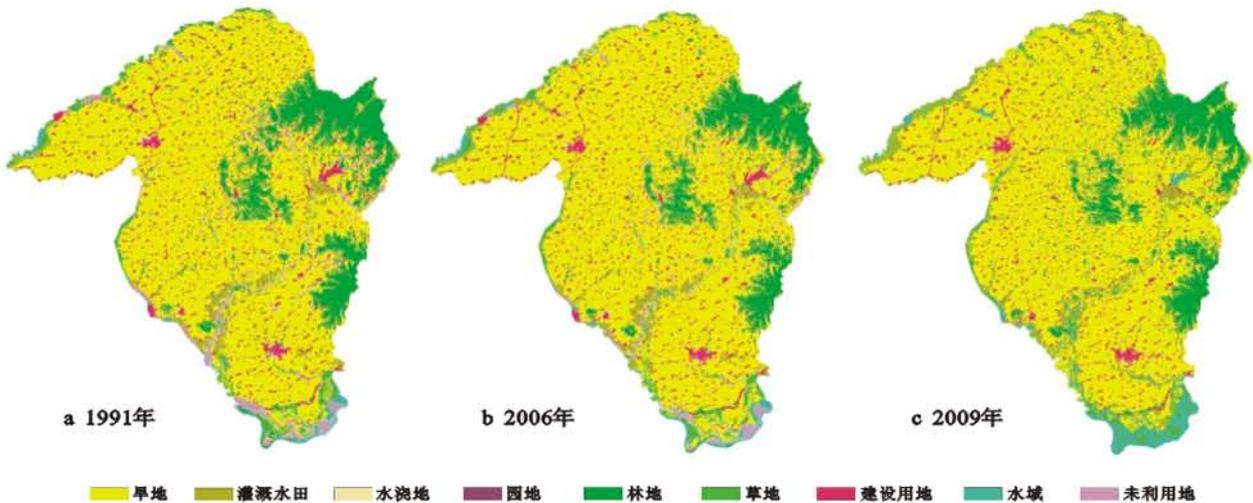
附图6 汶川地震前后龙门山断裂带崩塌滑坡敏感性评价



附图7 黄土高原王茂沟小流域地形地貌



附图8 川滇黔接壤地区滑坡危险性区划



附图9 黑龙江省巴彦县土地利用/土地覆被空间格局